

012004472    \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1998-421382/199836

Air filter for collecting dust from air current - uses honeycomb shaped lamination sheets of predetermined permeability formed with electrodeposited and antimicrobial filler layers of predetermined thickness

Patent Assignee: MITSUI PETROCHEM IND CO LTD (MITC )

Number of Countries: 001    Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 10174823	A	19980630	JP 96336523	A	19961217	199836 B

Priority Applications (No Type Date): JP 96336523 A 19961217

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 10174823	A	9	B01D-039/16	

Abstract (Basic): JP 10174823 A

The filter comprises an electrodeposited filter layer of thickness 0.1 mm or more and an antimicrobial filter layer of thickness 0.1 mm or more. A lamination sheet is formed with the filter layers and is moulded in the shape of a honeycomb. The permeability of the lamination sheet is maintained at more than 35 cc/cm<sup>2</sup>/second.

USE - Used in air cleaning devices for home use, with low output fans, air conditioners or exhaust gas cleaning devices.

ADVANTAGE - The filter has good antimicrobial activity and dust collection property. Pressure loss is reduced.

Dwg.2/2

(19) 【発行国】 日本国特許庁 (JP)

(12) 【公報種別】 公開特許公報 (A)

(11) 【公開番号】 特開平 10 - 174823

(43) 【公開日】 平成 10 年 (1998) 6 月 30 日

(54) 【発明の名称】 エアフィルター

(51) 【国際特許分類第 6 版】

B01D 39/16

39/14

B32B 3/12

5/26

27/12

27/18

27/32

【F I】

B01D 39/16 E

39/14 G

B32B 3/12 B

5/26

27/12

27/18 F

27/32 Z

【審査請求】 未請求

【請求項の数】 8

【出願形態】 O L

【全頁数】 9

(19) [Publication Office] Japanese Patent Office (JP)

(12) [Kind of Document] Published Unexamined Patent Application (A)

(11) [Publication Number of Unexamined Application (A)] Laid-Open Patent HEI {SEI} 10 - 174823

(43) [Publication Date of Unexamined Application] Heisei 10 year (1998) June 30 day

(54) [Title of Invention] AIR FILTER

(51) [International Patent Classification 6th Edition]

B01D 39/16

39/14

B32B 3/12

5/26

27/12

27/18

27/32

[FI]

B01D 39/16 E

39/14 G

B32B 3/12 B

5/26

27/12

27/18 F

27/32 Z

[Request for Examination] Examination not requested

[Number of Claims] 8

[Form of Application] OL

[Number of Pages in Document] 9

(21) 【出願番号】 特願平 8 - 3 3 6 5 2 3

(22) 【出願日】 平成 8 年 ( 1 9 9 6 ) 1 2 月 1 7 日

(71) 【出願人】

【識別番号】 0 0 0 0 0 5 8 8 7

【氏名又は名称】 三井化学株式会社

【住所又は居所】 東京都千代田区霞が関三丁目 2 番 5 号

(72) 【発明者】

【氏名】 清 水 正 樹

【住所又は居所】 山口県玖珂郡和木町和木六丁目 1 番 2 号  
三井石油化学工業株式会社内

(72) 【発明者】

【氏名】 白 井 博 典

【住所又は居所】 山口県玖珂郡和木町和木六丁目 1 番 2 号  
三井石油化学工業株式会社内

(72) 【発明者】

【氏名】 杉 山 裕 之

【住所又は居所】 東京都千代田区霞が関三丁目 2 番 5 号 三  
井石油化学工業株式会社内

(74) 【代理人】

【弁理士】

(57) 【要約】

【課題】 抗菌性を有し、かつ集塵性に優れ、圧力損失が低い  
ハニカム状のエアフィルターの提供。

【解決手段】 厚さ 0. 1 mm 以上のエレクトレット化フィル  
ター層と、厚さ 0. 1 mm 以上の抗菌性フィルター層とを有  
し、通気度が  $35 \text{ cc} / \text{cm}^2 / \text{sec}$  以上である積層シー  
トを、ハニカム状に成形してなるエアフィルター。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 厚さ 0. 1 mm 以上のエレクトレット化フィル  
ター層と、厚さ 0. 1 mm 以上の抗菌性フィルター層とを有

(21) [Application Number] Patent application Hei 8 - 336523

(22) [Application Date] Heisei 8 year (1996) December 17 day

(71) [Applicant]

[Applicant Code] 000005887

[Name] MITSUI CHEMICALS, INCORPORATED

[Address] Tokyo Chiyoda-ku Kasumigaseki 3-Chome 2-5

(72) [Inventor]

[Name] Shimizu Masaki

[Address] Inside of Yamaguchi Prefecture Kuga-gun Waki-cho  
Waki 6-Chome 1-2 Mitsui Petrochemical Industries, Ltd.

(72) [Inventor]

[Name] Shirai Hironori

[Address] Inside of Yamaguchi Prefecture Kuga-gun Waki-cho  
Waki 6-Chome 1-2 Mitsui Petrochemical Industries, Ltd.

(72) [Inventor]

[Name] Sugiyama Hiroyuki

[Address] Inside of Tokyo Chiyoda-ku Kasumigaseki 3-Chome  
2-5 Mitsui Petrochemical Industries, Ltd.

(74) [Attorney(s) Representing All Applicants]

[Patent Attorney]

(57) [Abstract]

[Problem] Offer of air filter of honeycomb where possesses an  
tibacterial, at same time it is superior in dust collecting property,  
pressure loss is low.

[Means of Solution] Air filter which becomes by forming in h  
oneycomb, laminated sheet where electret filter layer of  
thickness 0.1 mm or greater, and antibacterial filter layer of  
thickness 0.1 mm or greater possessing air permeability is  
above  $35 \text{ cc} / \text{cm}^2 / \text{sec}$ ,

[Claim(s)]

[Claim 1] The air filter which becomes by forming in honeyc  
omb, laminated sheet where electret filter layer of thickness 0.

し、通気度が  $35 \text{ cc/cm}^2/\text{sec}$  以上である積層シートを、ハニカム状に成形してなるエアフィルター。

【請求項2】前記エレクトレット化フィルター層が、繊維断面の長辺/短辺の長さの比が1.3~2.7であり、長辺の長さが  $20 \sim 50 \mu\text{m}$  である繊維からなる短繊維不織布で構成されているものである請求項1に記載のエアフィルター。

【請求項3】前記短繊維不織布が、ポリオレフィンフィルムの解繊系からなるものである請求項2に記載のエアフィルター。

【請求項4】前記エレクトレット化フィルター層が、平均繊維径  $0.5 \sim 10 \mu\text{m}$  の繊維からなり、見掛け密度が  $8.5 \times 10^{-4} \sim 5.5 \times 10^{-4} \text{ g/m}^3$  の繊維不織布からなるものである請求項1に記載のエアフィルター。

【請求項5】前記繊維不織布が、メルトブローン法不織布からなるものである請求項4に記載のエアフィルター。

【請求項6】前記抗菌性フィルター層が、不織布、紙、織布および網状物から選ばれる少なくとも1種の基材からなるものである請求項1に記載のエアフィルター。

【請求項7】前記抗菌性フィルター層が、抗菌剤をシート状物に含浸または塗布してなるものである請求項1に記載のエアフィルター。

【請求項8】前記抗菌性フィルター層が、抗菌剤を含有する原料から成形されたシート状物である請求項1に記載のエアフィルター。

#### 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、エアフィルターに関し、特に、抗菌性を有し、かつ集塵性に優れ、圧力損失が低いハニカム状のエアフィルターに関する。

【0002】

【従来の技術】ポリオレフィンをメルトブロー法によって不織布に成形し、得られた不織布に直流高電圧を印加してエレクトレット化不織布を製造する方法が知られている（特開昭60-168511号公報、特開平2-197110号公報

1 mm or greater, and antibacterial filter layer of thickness 0.1 mm or greater possessing air permeability is above  $35 \text{ cc/cm}^2/\text{sec}$ ,

[Claim2] The air filter which is stated in Claim 1 which is something which consists short fiber nonwoven fabric which consists of fiber where aforementioned electret filter layer, ratio of length of long edge / short edge of fiber cross section is 1.3 to 2.7, length of the long edge is 20 to 50  $\mu\text{m}$

[Claim3] Aforementioned short fiber nonwoven fabric, is something which consists of split fiber yarn of the polyolefin film, air filter which is stated in Claim 2.

[Claim4] The air filter which is stated in Claim 1 which is something where aforementioned electret filter layer, consists of fiber of average fiber diameter 0.5 to 10  $\mu\text{m}$ , the apparent density consists of fiber nonwoven fabric of  $8.5 \times 10^{-4}$  to  $5.5 \times 10^{-4} \text{ g/m}^3$ .

[Claim5] Aforementioned fiber nonwoven fabric, is something which consists of melt blowing method nonwoven fabric, the air filter which is stated in Claim 4.

[Claim6] Aforementioned antibacterial filter layer, is something which consists of substrate of the at least 1 kind which is chosen from nonwoven fabric, paper, woven fabric and net, air filter which is stated in Claim 1.

[Claim7] Aforementioned antibacterial filter layer, it is something which becomes by impregnation or painting doing antibacterial agent in the sheet, air filter which is stated in the Claim 1.

[Claim8] Aforementioned antibacterial filter layer, is sheet which formed from starting material which contains antibacterial agent, air filter which is stated in Claim 1.

#### [Description of the Invention]

[0001]

[Technological Field of Invention] This invention regards air filter. Especially, it regards air filter of honeycomb where it possesses antibacterial, at same time is superior in the dust collecting property, pressure loss is low.

[0002]

[Prior Art] It forms in nonwoven fabric polyolefin with melt blowing method, imprinting doing direct current high voltage in nonwoven fabric which is acquired, the method which produces electret-converted nonwoven fabric is known, (Japan

)。このエレクトレット化不織布は、例えば、プリーツ状に成形し、その内部に気流を通過させて、気流中の塵埃等の微粒子を静電気により吸着し除去するエアフィルターとして使用できることが知られている。また、特公昭56-47299号公報にはフィルターとして利用する技術が示されている。しかし、エレクトレット化不織布を用いるフィルターは圧力損失が高く、粒子が詰まり易いことから寿命が短いという問題があった。そこで、このような問題を解決するために、エレクトレット化不織布をハニカム状に成形してなるフィルターが提案されている（特開昭59-51323号公報）。

【0003】ところで、エアフィルターは、捕集した塵埃等に付着した種々の細菌やウイルス、あるいは捕集した空气中に浮遊している種々の細菌やウイルス等により、黴の発生や悪臭の発生を来すことがある。これらを防ぐ目的で、エレクトレット化フィルム用不織布の少なくとも一面に抗菌剤加工を施した不織布を重ね合わせることが提案されている（特開昭62-42715号公報）。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、エレクトレット化不織布と抗菌剤加工を施した不織布を重ね合わせると、フィルターとしての圧力損失が高くなるという問題がある。

【0005】そこで、本発明の目的は、抗菌性を有し、かつ集塵性に優れ、圧力損失が低く、低出力のファンを用いる家庭用の空気清浄機やエアコンの空気清浄フィルター、清掃機の排気フィルター等に好適なエアフィルターを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するために、本発明は、厚さ0.1mm以上のエレクトレット化フィルター層と、厚さ0.1mm以上の抗菌性フィルター層とを有し、通気度が $35 \text{ cc/cm}^2/\text{sec}$ 以上である積層シートを、ハニカム状に成形してなるエアフィルターを提供するものである。

【0007】

【発明の具体的説明】以下、本発明のエアフィルターについて詳細に説明する。

Unexamined Patent Publication Showa 60-168511 number disclosure, Japan Unexamined Patent Publication Hei 2-197110 number disclosure). As for this electret-converted nonwoven fabric, for example, to form in pleat, passing stream in the inside. As air filter which adsorbs by static electricity, removes it has been informed the dirt or other fine particle in stream that you can use. In addition, as filter it utilizes technology which is shown in the Japan Examined Patent Publication Sho 56-47299 number disclosure. But, filter which uses electret-converted nonwoven fabric, from fact that pressure loss is high, particle plugging is easy, There was a problem that lifetime is short. Then, in order to solve this kind of problem, forming in honeycomb, the filter which becomes has been proposed electret-converted nonwoven fabric, (Japan Unexamined Patent Publication Showa 59-51323 number disclosure).

[0003] By way, air filter, by various bacteria and virus which deposit in dirt etc which it collects, or various bacteria and virus etc which float in air which is collected, there are times when occurrence of mold and occurrence of the bad odor are caused. With object which prevents these, it is proposed that nonwoven fabric which administers antibacterial agent fabrication at least to one surface of nonwoven fabric for the electret formation film, is superposed (Japan Unexamined Patent Publication Showa 62-42715 number disclosure).

[0004]

[Problems to be Solved by the Invention] But, when electret-converted nonwoven fabric and nonwoven fabric which administers antibacterial agent fabrication is superposed, becomes high, there is a problem that pressure loss as the filter.

[0005] Then, objective of this invention, has antibacterial, at same time is superior in dust collecting property, pressure loss is low, air cleaning machine for household which uses fan of low output and the air cleaning filter of air conditioner, air removal filter etc of cleaner, etc is to offer preferred air filter.

[0006]

[Means to Solve the Problems] In order to solve aforementioned problem, as for this invention, it is something which offers air filter which becomes by forming in honeycomb, laminated sheet where the electret filter layer of thickness 0.1 mm or greater, and antibacterial filter layer of thickness 0.1 mm or greater possessing, air permeability is above  $35 \text{ cc/cm}^2/\text{sec}$ .

[0007]

[Concrete description of invention] You explain in detail below, concerning air filter of this invention.

【0008】本発明のエアフィルターは、エレクトレット化フィルター層と、抗菌性フィルター層とを有する積層シートを主材とし、この積層シートからなるハニカム状の構造を有するものである。

【0009】本発明のエアフィルターにおいて、エレクトレット化フィルター層および抗菌性フィルター層は、エアフィルターを通過する空気が、ハニカム状に形成された連続空隙内のみを通過するだけでなく、フィルター内部を通過することにより、塵埃等の除去対象物が、エアフィルターの表面だけでなく、フィルター内で捕捉されるように、通気性を有することが望ましい。空気のフィルター内部の通過を確保するためには、少なくとも  $35 \text{ cc/cm}^2/\text{sec}$  以上の通気度、好ましくは  $190 \text{ cc/cm}^2/\text{sec}$  以上の通気度を有することが望ましく、通気度が  $35 \text{ cc/cm}^2/\text{sec}$  未満であると、空隙内を通過する空気の割合が大きくなり、捕集効率が低下するおそれがある。また、このエレクトレット化フィルター層および抗菌性フィルター層は、前記の通気性の部位を有するものであれば、特に制限されず、例えば、不織布、織布、紙、微多孔性フィルム等で形成されたものでもよい。

【0010】本発明のエアフィルターにおいて、エレクトレット化フィルター層は、通気性を有し、かつエレクトレット化できるものであれば、特に制限されず、いずれの基材からなるシート状物でもよく、例えば、不織布、織布、微多孔性フィルム等のシート状物のいずれの基材をエレクトレット化してなるものでもよい。特に、通気性を有するとともに、空気とエレクトレットとの間の接触面積が大きく、塵埃の吸着量が多く、かつ、塵埃の捕集性能の寿命が長い点で、不織布を基材とするものが望ましい。

【0011】エレクトレット化フィルター層として用いられる不織布は、一般によく知られている種々の製法で作られたものでよく、例えば、湿式法による不織布、乾式短繊維法による不織布、長繊維不織布等のいずれも使用可能である。特に、繊維化の段階で構成繊維の一本一本に均一に電荷を印加してエレクトレット化することができるため、高い電荷密度で電荷を有し、塵埃の吸着性能に優れる点で、フィルム解繊系からなるエレクトレット化不織布が、有利である。また、構成繊維を細くできるので、空気との接触面積を大きくすることができる点で、メルトブローン法不織布からなるエレクトレット化不織布も有利である。また、本発明のエアフィルターは、エレクトレット化フィルター層として、フィルム解繊系からなるエレクトレット化不織布およびメルトブローン法不織布からなるエレクトレット化不織布を、1種単独もしくは2種を組み合わせて併用することもできる。

【0008】Air filter of this invention designates laminated sheet which possesses electret filter layer and antibacterial filter layer as primary material. It is something which possesses structure of honeycomb which consists of this laminated sheet.

【0009】In air filter of this invention, as for electret filter layer and antibacterial filter layer, air which passes the air filter, not only it passes only inside continuous space which was formed to the honeycomb, in order dirt or other removal target, not only a surface of air filter, trapping to be done inside filter by passing filter inside, it is desirable to possess the air permeability. In order to guarantee passing filter inside of air, it is desirable at least to possess air permeability above air permeability, preferably  $190 \text{ cc/cm}^2/\text{sec}$  above  $35 \text{ cc/cm}^2/\text{sec}$ . When air permeability is under  $35 \text{ cc/cm}^2/\text{sec}$ , fraction of air which passes inside gap becomes large. There is a possibility trapping efficiency decreasing. In addition, this electret filter layer or antibacterial filter layer are not restricted if it is something which possesses aforementioned air permeable site, especially. It is possible to be something which was formed with for example, nonwoven fabric, woven fabric, paper, microporous film etc.

【0010】In air filter of this invention, electret filter layer has air permeability, at same time, if it is something which electret formation it is possible, especially is not restricted. To be good even with sheet which consists of any substrate, for example, electret formation doing any substrate of nonwoven fabric, woven fabric, microporous film or other sheet, it is possible to be something which becomes. Especially, as it possesses air permeability, contact area with air and the electret is large, adsorbed amount of dirt is many. At same time, in point where lifetime of trapping performance of the dirt is long, those which designate nonwoven fabric as substrate are desirable.

【0011】Nonwoven fabric which is used as electret filter layer may be something which was made with various production method which is well known generally. for example, nonwoven fabric due to wet method, nonwoven fabric due to dry staple method, filament nonwoven fabric or other in each case is usable. Especially, with step of fibrillation each in one of constituent fiber the imprinting doing electric charge in uniform, because electret formation it is possible, in point which possesses electric charge with high charge density, is superior in adsorption performance of dirt, electret-converted nonwoven fabric which consists of film split fiber yarn, is profitable. In addition, because constituent fiber can be made thin, in point which can make contact area of air large, also electret-converted nonwoven fabric which consists of melt blowing method nonwoven fabric is profitable. In addition, as for air filter of this invention, electret-converted nonwoven fabric which consists of film split fiber yarn as electret filter layer, and

【0012】フィルム解繊系からなるエレクトレット化不織布は、ポリオレフィン樹脂フィルムを解繊して製造するものであれば、いずれの方法にしたがって製造されたものでよい。例えば、ポリオレフィン系樹脂組成物を押出機で熔融し、熔融物を環状ダイから押出してフィルムを成形し、このフィルムをスリッターで一定の幅に裁断したり、フィルムを延伸したりすることによって解繊して解繊系を形成する。次に、カード等の装置を用いて、この解繊系からなる繊維ウェブを製造した後、この繊維ウェブをエンボスロール等で部分的に熱圧着したり、あるいは、ニードルパンチ等で繊維ウェブの繊維同士を絡み合わせる方法により製造することができる。

【0013】このフィルム解繊系からなるエレクトレット化不織布は、一般に断面が長方形の解繊系からなる短繊維不織布であり、解繊系の繊維断面における長辺／短辺の長さの比が1.3～2.7であるものが好ましい。この比が1.3を超えると、例えば、長辺が50  $\mu\text{m}$ 以下の解繊系の場合、かなり薄いフィルムを解繊しなければ製造することができず、得られる繊維の強度が大きく低下し、生産性に劣る場合がある。また、断面の長辺の長さが20～50  $\mu\text{m}$ の範囲の解繊系が好ましい。短繊維の平均繊維径は、通常、10～80  $\mu\text{m}$ 、好ましくは15～40  $\mu\text{m}$ であり、目付量が、通常、5～80  $\text{g}/\text{m}^2$ 、好ましくは30～40  $\text{g}/\text{m}^2$ であるものである。また、厚さが、通常、0.1～0.35 mm、好ましくは0.15～0.25 mmであり、平均表面電荷密度が、通常、 $0.1 \times 10^{-9}$ クーロン/ $\text{cm}^2$ 以上、好ましくは $1.0 \times 10^{-9}$ ～ $20 \times 10^{-9}$ クーロン/ $\text{cm}^2$ のものである。短繊維の繊維長は、通常、15～140 mm、好ましくは40～90 mmである。

【0014】フィルム解繊系からなるエレクトレット化不織布の製造において、エレクトレット化処理はフィルム成形時に行ってもよいし、不織布を成形後に、該不織布をエレクトレット化する方法によって行ってもよい。特に、フィルム成形時に行うと、エレクトレット化の効率に優れ、捕集性能に優れるエレクトレット化不織布が得られる点で、好ましい。

【0015】エレクトレット化は、不織布またはフィルムに直流電圧を印加して行うことができる。直流電圧の印加は、公知の方法で行うことができ、特に制限されない。例えば、不織布またはフィルムを、直流電圧を印加した一対の電極間に通す方法、不織布またはフィルムの表面にコロナ放電やバ

electret-converted nonwoven fabric which consists of melt blowing method nonwoven fabric, It is possible also to jointly use combining or 2 kinds with the 1 kind alone.

[0012] As for electret-converted nonwoven fabric which consists of film split fiber yarn, if it is something which it produces by fiber splitting doing polyolefin resin film, following to any method, it is possible to be something which is produced for example, polyolefin resin composition is melted with extruder. extrusion doing melt from circular die, film it forms. With slit it cuts off this film in fixed width. fiber splitting doing by drawing doing, film it forms split fiber yarn. Next, after producing fiber web which consists of this split fiber yarn making use of card or other equipment, does this fiber web partially thermobonding with such as embossing roll, or, it can produce method which with such as needle punch fiber of the fiber web with interlocking is done.

[0013] Electret-converted nonwoven fabric which consists of his film split fiber yarn is short fiber nonwoven fabric where cross section consists of split fiber yarn of rectangle generally. Those where ratio of length of long edge / short edge in fiber cross section of split fiber yarn is 1.3 to 2.7 are desirable. When this ratio exceeds 1.3, when for example, long edge is split fiber yarn of the 50  $\mu\text{m}$  or less. If quite thin film fiber splitting is not done, it is not possible to produce. There are times when strength of fiber which is acquired decreases largely, is inferior to productivity. In addition, length of long edge of cross section split fiber yarn of range of the 20 to 50  $\mu\text{m}$  is desirable. average fiber diameter of short fiber, usually, is 10 to 80  $\mu\text{m}$ , preferably 15 to 40  $\mu\text{m}$ . apparent weight, is something which usually, is a 5 to 80  $\text{g}/\text{m}^2$ , preferably 30 to 40  $\text{g}/\text{m}^2$ . In addition, thickness, usually, is 0.1 to 0.35 mm, preferably 0.15 to 0.25 mm. average surface charge density, usually, above  $0.1 \times 10^{-9} \text{ C}/\text{cm}^2$ , is something of preferably  $1.0 \times 10^{-9}$  to  $20 \times 10^{-9} \text{ C}/\text{cm}^2$ . fiber length of short fiber, usually, is 15 to 140 mm, preferably 40 to 90 mm.

[0014] It is possible to do electret-forming process at time of film molding at time of producing electret-converted nonwoven fabric which consists of film split fiber yarn. After forming, it is possible to do nonwoven fabric with method which the said nonwoven fabric electret formation is done. Especially, when it does at time of film molding, it is desirable in point where electret-converted nonwoven fabric which it is superior inefficiency of electret formation, is superior in trapping performance is acquired.

[0015] Imprinting doing direct current voltage in nonwoven fabric or film to do it is possible electret formation. As for imprinting of direct current voltage, it is possible, especially is not restricted to do with known method. for example, method which nonwoven fabric or film, it passes between pair

ルス状高電圧を加える方法、不織布またはフィルムの表裏両面を他の誘電体で保持して、両面に直流高電圧を加える方法等のいずれの方法にしたがって行ってもよい。印加される直流電圧は、使用する電極の形状、電極間距離、エレクトレット化シートに要求される帯電電荷量、所要の生産効率に応じて適宜選択される。例えば、電極間距離が8mmの場合、少なくとも-5kV、好ましくは-6~-20kVの直流電圧を印加して行うことができる。

【0016】また、メルトブローン法によるエレクトレット化不織布は熱可塑性樹脂を押出機に供給して加熱溶融、混練し、多数の細孔を有するメルトブローン用ダイから微細な樹脂流として押し出す。押し出された樹脂流を高速の加熱気体流と接触させ冷却、固化させて、微細な繊維に成形し、この繊維を集積させることにより製造することができる。また、エレクトレット化は、前記解繊系からなるエレクトレット化不織布におけるエレクトレット化と同様な方法で行うことができる。

【0017】このメルトブローン法によるエレクトレット化不織布は、単繊維の平均繊維径が、通常、 $0.5 \sim 10 \mu\text{m}$ 、好ましくは $3 \sim 8 \mu\text{m}$ であり、目付量が、通常、 $5 \sim 100 \text{ g/m}^2$ 、好ましくは $15 \sim 30 \text{ g/m}^2$ 、見掛け密度が、通常、 $8.5 \times 10^{-4} \sim 5.5 \times 10^{-4} \text{ g/cm}^3$ であるものである。また、厚さが、通常、 $0.1 \sim 0.35 \text{ mm}$ 、好ましくは $0.15 \sim 0.28 \text{ mm}$ 、通気度が、通常、 $2 \text{ cc/cm}^2/\text{sec}$ 以上、好ましくは $35 \sim 55 \text{ cc/cm}^2/\text{sec}$ であるものである。さらに、平均表面電荷密度が、通常、 $0.1 \times 10^{-9} \text{ クーロン/cm}^2$ 以上、好ましくは $1 \times 10^{-9} \sim 5 \times 10^{-9} \text{ クーロン/cm}^2$ であるものである。

【0018】本発明において、エレクトレット化フィルター層として用いられる不織布は、熱可塑性樹脂からなるものであれば、特に制限されない。特に、ポリオレフィン系樹脂からなる不織布が、付加したエレクトレットを安定に保持することができる点で、好ましい。また、ポリオレフィン系樹脂の中でも、特公昭59-23098号公報に開示されている不飽和カルボン酸等によって変性されたポリオレフィン、特公昭60-947号公報、特公昭60-15137号公報等々に開示されているポリ4-メチル-1-ペンテンを原料としたもの等が望ましい。また、特公昭60-225416号公報で開示されている、極性を有する高分子物と無極性のものの混合物も好ましい。特に、メルトブローン法不織布からなるエレクトレット化不織布の場合は、これらの樹脂の中でも

of electrodes which direct current voltage the imprinting is done, method which adds corona discharge and pulse high voltage to surface of nonwoven fabric or film, method which keeping both front and back sides of nonwoven fabric or film with other dielectric, adds direct current high voltage to both surfaces, following to or other method, it is possible to do. as for direct current voltage which imprinting is done, shape of electrode which is used, electrode spacing, charging amount of electric charge which is required to electret-converted sheet, it is selected appropriately according to necessary productivity. When for example, electrode spacing is 8 mm, imprinting doing direct current voltage of -5 kV, preferably -6 to -20 kV at least, it is possible to do.

[0016] In addition, as for electret-converted nonwoven fabric due to melt blowing method, supplying thermoplastic resin to the extruder, heating and melting, kneading, pushes out as microscopic resin stream from die for melt blown which possesses multiple pore. Contacting with heated gas stream of high speed to cool resin stream which the extrusion is done, solidification doing. It can form in microscopic fiber, it can produce by accumulating this fiber. In addition, as for electret formation, it is possible to do with electret formation and the same method in electret-converted nonwoven fabric which consists of aforementioned split fiber yarn.

[0017] As for electret-converted nonwoven fabric due to this melt blowing method, average fiber diameter of single fiber, usually, is  $0.5 \sim 10 \mu\text{m}$ , preferably  $3 \sim 8 \mu\text{m}$  apparent weight, usually,  $5 \sim 100 \text{ g/m}^2$ , preferably  $15 \sim 30 \text{ g/m}^2$ . apparent density, is something which usually, is  $8.5 \times 10^{-4} \sim 5.5 \times 10^{-4} \text{ g/cm}^3$ . In addition, thickness, is something where usually,  $0.1 \sim 0.35 \text{ mm}$ , preferably  $0.15 \sim 0.28 \text{ mm}$ , air permeability, usually, above  $2 \text{ cc/cm}^2/\text{sec}$ , is preferably  $35 \sim 55 \text{ cc/cm}^2/\text{sec}$ . Furthermore, average surface charge density, is something which usually, above  $0.1 \times 10^{-9} \text{ C/cm}^2$ , is a preferably  $1 \times 10^{-9} \sim 5 \times 10^{-9} \text{ C/cm}^2$ .

[0018] Nonwoven fabric which is used in this invention, as electret filter layer is not restricted if it is something which consists of thermoplastic resin, especially. Especially, nonwoven fabric which consists of polyolefin resin, in point which can keep electret which is added in stability, is desirable. In addition, even in polyolefin resin, polyolefin which modification is done with unsaturated carboxylic acid etc which is disclosed in Japan Examined Patent Publication Sho 59-23098 number disclosure, Those which designate poly 4-methyl-1-pentene which is disclosed in Japan Examined Patent Publication Sho 60-947 number disclosure, Japan Examined Patent Publication Sho 60-15137 number disclosure etc as starting material, are desirable. In addition, it is disclosed with Japan Examined



、極限粘度 $[\eta]$  (135°C、デカリン)が、0.3~1.54 dl/g のものが好ましく、特に0.5~1.0 dl/g のポリプロピレンが好ましい。

【0019】本発明のエアフィルターにおいて、抗菌性フィルター層は、微生物による着色、変色または脆化の防止、保管中の微生物からの保護、悪臭、微臭等の発生源となるのを防止し、フィルターに付着、捕集された微生物が、フィルターを媒介として伝染性疾患等を発生させることを防ぐ目的で設けられるものである。この抗菌性フィルター層は、抗菌性を付与するために、微生物やウイルス等を殺菌もしくは不活性化する薬剤、または成長を阻止する薬剤を基材の材料に含有させるか、あるいは基材に塗布することにより得られるものである。

【0020】この抗菌性フィルター層は、通気性を有し、かつ抗菌性を付与できるものであれば、いずれの基材からなるものでもよく、例えば、不織布、紙、織布、網状体(ネット)等のいずれの形態のシート状物であってもよい。この抗菌性フィルター層を構成する基材であるシート状物の材質は、特に制限されず、例えば、ポリオレフィン、ポリアミド、ポリエステル、アクリル樹脂、ポリビニルアルコール、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリウレタン、ポリアルキルパラオキシベンゾエート、ポリテトラフルオロエチレン等の合成樹脂、アラミド繊維(芳香族ポリアミド繊維)、芳香族ポリエステル繊維等の合成繊維、ステンレススチール、銅、金属アモルファス、スチールウール等の金属あるいは金属繊維、ガラス繊維、セラミック繊維、炭素繊維等の無機物あるいは無機繊維、レーヨン、アセテート、パルプ、絹、綿、獣毛等の半合成あるいは天然物、キトサン、アルギン酸塩、タンパク質等の天然物などからなるものが挙げられる。これらは1種単独でも2種以上の組合せからなる混合物であってもよい。

【0021】本発明において、前記形態および材質からなるシート状物の中でも、抗菌性フィルター層は、抗菌性を付与するための抗菌剤等の薬剤を、その薬効を発揮するのに十分な量を担持できる点で、目の粗いネットよりも不織布、紙および織布が有利である。特に、酸またはアルカリに対する抵抗性や通気性に優れる点から合成繊維からなる不織布が好ましく、ポリオレフィン繊維からなる不織布が好適である。また、不織布は、短繊維をカード機で成形してなる乾式短繊維不織布、抄紙法と同様の方法で作られる湿式不織布、スパンボンド法不織布、メルトブローン法不織布のいずれでもよく

Patent Publication Sho 60-225416 number disclosure, Also blend of polymer which possesses polarity and nonpolarity is desirable. Especially, in case of electret-converted nonwoven fabric which consists of melt blowing method nonwoven fabric, even in these resin, limiting viscosity  $[\eta]$  (135°C, decalin), those of 0.3 to 1.54 dl/g desirable. polypropylene of especially 0.5 to 1.0 dl/g is desirable.

[0019] In air filter of this invention, as for antibacterial filter layer, prevention of the coloration, color change or degradation with microorganism, protection from microorganism which is in midst of keeping, fact that it becomes bad odor, mold odor or other source is prevented, microorganism which in filter it deposits and is collected, it is something which is provided with objective which prevents fact that contagion characteristic disease etc is generated with the filter as mediation. As for this antibacterial filter layer, in order to grant antibacterial, it contains drug which microorganism and virus etc sterilization or inactivation is done, or drug which obstructs growth, in material of substrate, or it is something which is acquired by painting doing in substrate.

[0020] This antibacterial filter layer, if it is something which has as air permeability, at same time can grant antibacterial, is possible to be something which consists of which substrate. It is possible to be a sheet of for example, nonwoven fabric, paper, woven fabric, net (mesh) or other whichever shape. material of sheet which is a substrate which forms this antibacterial filter layer not to be restricted especially, for example, You can list polyolefin, polyamide, polyester, acrylic resin, poly vinyl alcohol, polyvinyl chloride, poly vinylidene chloride, polyurethane, poly alkyl paraoxy benzoate, polytetrafluoroethylene or other synthetic resin. aramid fiber (aromatic polyamide fiber), aromatic polyester fiber or other synthetic fiber. stainless steel, copper, metal amorphous, steel wool or other metal or metal fiber. glass fiber, ceramic fiber, carbon fiber or other inorganic or inorganic fiber. rayon, acetate, pulp, silk, cotton, animal hair or other semisynthetic or natural substance, those which consist of chitosan, alginic acid salt, protein or other natural substance etc. These may be blend which consists of combination of 2 kinds or more even with 1 kind alone.

[0021] In this invention, even in sheet which consists of aforementioned shape and material quality, as for antibacterial filter layer, antibacterial agent or other drug in order to grant antibacterial, in the point which in order to show drug effect bearing it is possible sufficient amount, in comparison with coarse mesh net, nonwoven fabric, paper and woven fabric are profitable. Especially, from point which is superior in resistance and their permeability for acid or alkali, nonwoven fabric which consists of the synthetic fiber is desirable. nonwoven fabric which consists of polyolefin fiber is ideal. In addition, as

、特に制限されない。

【0022】本発明のエアフィルターにおいて、抗菌性フィルター層は、目付量が $5 \sim 100 \text{ g/m}^2$ 、好ましくは $20 \sim 40 \text{ g/m}^2$ のものであり、通常、厚さ $0.1 \sim 0.4 \text{ mm}$ 、好ましくは $0.15 \sim 0.25 \text{ mm}$ のものである。また、通常、通気度が $2 \text{ cc/cm}^2/\text{sec}$ 以上、好ましくは $190 \sim 250 \text{ cc/cm}^2/\text{sec}$ のものである。

【0023】本発明のエアフィルターにおいて、抗菌性フィルター層を構成する基材であるシート状物に抗菌性を付与するために用いられる薬剤としては、例えば、塩化ベンザルコニウム、3-(トリメトキシリル)プロピルジメチルオクタデシルアンモニウムクロリド、1-ヘキサデシルピリジニウムクロリド等の逆性石鹼系薬剤(第4アンモニウム塩系薬剤)、アルキルジアミノエチルグリシン塩酸塩等の両性界面活性剤系薬剤、グルコン酸クロルヘキシジン、ポリヘキサメチレンピグアニジン塩酸塩等のピグアニド系薬剤、 $\alpha$ -ブロムシナナムアルデヒド等の単環炭化水素誘導体系薬剤、5-クロル-2-(2,4-ジクロルフェノキシ)フェノール、*o*-フェニルフェノール、*p*-クロル-*m*-クレゾール等の一価フェノール誘導体系薬剤、10,10'-オキシビスフェノキサールシン等のフェノールエーテル誘導体系薬剤、2-(4-チアゾリル)ベンズイミダゾール、1-(ブチルカルバモイル)-2-ベンズイミダゾール等のイミダゾール誘導体系薬剤、2-(3,5-ジメチルピラゾリル)-4-ヒドロキシ-6-フェニルピリミジン等のピリミジン誘導体系薬剤、N,N-ジメチル-N'-フェニル-N'-(フルオロジクロルメチルチオ)スルファミド、ジヨードメチル-p-トリルスルホン等のスルホン酸誘導体系薬剤、3,4',5-トリブロムサリチルアニリド等のアニリド誘導体系薬剤、N-(トリクロルメチルチオ)フタルイミド、N-(フルオロジクロルメチルチオ)フタルイミド、N-トリクロルメチルメルカプト-4-シクロヘキセン-1,2-ジカルボキシイミド等のピロール誘導体系薬剤、2-(4-チアゾリル)ベンズイミダゾール、1-ブチルカルバモイル-2-ベンズイミダゾールカルバミン酸メチル等のイミダゾール誘導体系薬剤、2-(4-チオシアノメチルチオ)ベンゾチアゾール等のベンゾチアゾール誘導体系薬剤、1,2-ベンゾイソチアゾリン-3-オン、2-n-オクチル-4-イソチアゾリン-3-オン等のイソチアゾール誘導体系薬剤、1,3,5-トリアジン誘導体系薬剤、チオジアゾール誘導体系薬剤などの化学薬品類、あるいは無機イオン交換体、無機多孔質体等に銀などの抗菌性金属を担持させた無機抗菌剤、甘草抽出物、天然桂皮酸、茶タンニン成分(カテキン等)、ヒノキチオール、キトサンおよびその分解物等の天然から抽出等により得られる抗菌物質などを主成分として含むものが挙げられる。これらの薬剤は、1種単独でも2種以上を組み合わせ

for nonwoven fabric, is good with whichever of the dry type short fiber nonwoven fabric which becomes by short fiber forming with carding machine, wet nonwoven fabric, spunbonded process nonwoven fabric, melt blowing method nonwoven fabric which is made with method which is similar to papermaking method especially is not restricted.

[0022] In air filter of this invention, as for antibacterial filter layer, apparent weight is something of the 5 to 100 g/m<sup>2</sup>, preferably 20 to 40 g/m<sup>2</sup>. Usually, it is something of thickness 0.1 to 0.4 mm, preferably 0.15 to 0.25 mm. In addition, usually, air permeability above 2 cc/cm<sup>2</sup>/sec, is something of the preferably 190 to 250 cc/cm<sup>2</sup>/sec.

[0023] In air filter of this invention, as drug which is used in order to grant antibacterial to sheet which is a substrate which forms antibacterial filter layer, for example, benzalkonium chloride, 3-(trimethoxyl) propyl dimethyl octadecyl ammonium chloride, 1-hexadecyl pyridinium chloride or other reversible soap drug (quaternary ammonium salt drug), alkyl diaminio ethyl glycine hydrochloride or other amphoteric surfactant drug, chlorhexidine gluconate, polyhexamethylene biguanidine hydrochloride or other biguanide drug,  $\alpha$ -bromo cinnamaldehyde or other monocycle hydrocarbon derivative drug, 5-chloro-2-(2,4-di chloro phenoxy) phenol, *o*-phenyl phenol, *p*-chloro-*m*-cresol or other univalent phenol derivative drug, 10,10'-oxy bis phenoxyarsine or other phenol ether derivative drug, 2-(4-thiazolyl) benzimidazole, 1-(butyl carbamoyl)-2-benzimidazole or other imidazole derivative drug, 2-(3,5-dimethyl pyrazolyl)-4-hydroxy-6-phenyl pyrimidine or other pyrimidine derivative drug, N,N-di methyl- N'-phenyl- N'-(fluoro dichlor methylthio) sulfamide, di iodomethyl-*p*-tolyl sulfone or other sulfonic acid derivative drug, 3,4' and 5-tri bromo salicylanilide or other anilide derivative drug, N-(trichloromethyl thio) phthalimide, N-(fluoro dichlor methylthio) phthalimide, N-trichloromethyl mercapto-4-cyclohexene-1,2-di carboxy imide or other pyrrole derivative drug, 2-(4-thiazolyl) benzimidazole, 1-butyl carbamoyl-2-benzimidazole methyl carbamate or other imidazole derivative drug, 2-(4-thiocyanomethylthio) benzothiazole or other benzothiazole derivative drug, 1,2-benzo isothiazoline-3-on, 2-n-octyl-4-isothiazoline-3-on or other isothiazole derivative drug, 1,3,5-triazine derivative drug, thio diazole derivative drug or other chemical. Or inorganic antibacterial agent which bears silver or other antibacterial metal in inorganic ion exchange body, inorganic porous article etc. You can list those which include antibacterial substance etc which is acquired the Glycyrrhiza extract, natural cinnamic acid, tea tannin component (Such as catechin), by hinokitiol, chitosan and from its decomposition product or other natural extraction etc as main component. These drug are used, even with 1 kind alone combining 2 kinds or more. In addition,

でも用いられる。また、これらの薬剤は、各種形態で、記載中または基材の表面に添着される。例えば、薬効成分を徐放化する目的で、例えば、マイクロカプセル化した形態であってもよい。

【0024】また、抗菌性フィルター層は、前記抗菌性を付与するための薬剤以外に、この薬剤を基材に付着させるための接着剤、薬剤を処理液へ分散、あるいは溶解するときの安定剤としての界面活性剤、pH調整剤、加工助剤としての浸透剤、増粘剤、染料、顔料等との混合物をも含んでいてもよい。

【0025】本発明において、抗菌性フィルター層を構成する薬剤を含むシート状物は、基材であるシート状物に薬剤を塗布、含浸またはコーティングする方法、あるいは予め薬剤を含有させた素材を用いて、シート状物を成形し、薬剤を含有するシート状物を得る方法などによって製造することができる。

【0026】シート状物に薬剤を塗布、含浸またはコーティングする方法としては、例えば、基材であるシート状物に薬剤をそのまま塗布する方法；薬剤を助剤とともに水に溶解または分散させて調製した水溶液または水分散液を基材であるシート状物にスプレー塗布する方法；該水溶液または水分散液にシート状物を含浸させた後、ニップロール等で絞り、さらに乾燥機によって乾燥脱水する方法；該水溶液または水分散液をシート状物にコーティングする方法；薬剤を溶媒に溶解してグラビア印刷等のよく知られた方法で印刷塗布する方法等が挙げられる。また、薬剤として、銅アモルファス等の金属が抗菌作用を持つようなものを使用する場合は、スパッタリング法等で直接シート状物上に蒸着させる方法を採用することができる。

【0027】さらに、耐熱性に優れる薬剤、例えば、銀-ゼオライトを主成分とする薬剤を使用する場合は、予め薬剤を練り込み添加した熱可塑性樹脂を使用して繊維を成形し、これをシート状物に成形する方法、また、薬剤を練り込み添加した熱可塑性樹脂を用いて網状体を成形する方法などの方法にしたがって行うことができる。また、金属繊維やキトサン繊維のように、構成成分が抗菌性を有する繊維をシート状物に成形してもよい。

【0028】本発明のエアフィルターを構成する積層シートの製造は、エレクトレット化フィルター層を形成するエレクトレット化されたシート状物と、抗菌性フィルター層を形成する抗菌性を有するシート状物とを、公知の種々の方法、例えば、熱エンボスや超音波融着等により、両シート状物を重

these drug, with various form, are impregnated whilestating or surface of substrate. With object which for example, active ingredient release delaying is done, it is possible to be a form which for example, microencapsulation is done.

[0024] In addition, as for antibacterial filter layer, It is possible to include other than drug in order to grant the aforementioned antibacterial, adhesive in order to deposit this drug in the substrate, surface-active agent as the stabilizer when drug dispersion, or melting to treated liquid, permeant as pH adjustment agent, processing aid, thickener, blend of dye, pigment etc.

[0025] In this invention, as for sheet which includes drug which forms the antibacterial filter layer, it can produce with method which drug application, impregnation or the coating is done in sheet which is a substrate, or method etc which it can form sheet making use of raw material which beforehand contains drug, obtains the sheet which contains drug.

[0026] As method which application, impregnation or coating is done drug in sheet, for example, method which application does drug that way in sheet which is a substrate; method which with auxiliary agent melting or dispersion doing drug in water, the aqueous solution or aqueous dispersion which it manufactures in sheet which is a substrate the spray application is done; method which after impregnating sheet to aqueous dispersion or said aqueous solution, squeezing with nip roll etc, furthermore does drying dehydration with dryer; method which coating is done said aqueous solution or aqueous dispersion in sheet; method which melting drug in solvent, gravure printing or other with method which is known well print coating is done, such as is listed. In addition, when kind of those where copper amorphous or other metal has antibacterial action as the drug, are used, method which with sputtering method etc vapor deposition is done directly on the sheet can be adopted.

[0027] Furthermore, drug which is superior in heat resistance, when drug which designates for example, silver - zeolite as main component is used, method which using thermoplastic resin which beforehand, kneads drug, adds, fiber forms, this forms in sheet. In addition, method which making use of thermoplastic resin which kneads drug, adds, net forms, following to or other method, it is possible to do. In addition, like metal fiber and chitosan fiber, fiber where ingredient has antibacterial it is possible to form to sheet.

[0028] As for production of laminated sheet which forms air filter of this invention, electret-converted sheet which forms electret filter layer, and sheet which possesses antibacterial which forms antibacterial filter layer, various methods of public knowledge, for example, following to method which

ね合わせ、互いの一部分を融着させる方法や、ニードルパンチ等により、互いのシートの繊維同士を機械的に結合させる方法、粉状の熱溶解性の樹脂をシート上に散布し積層し、熱ロール等により加熱処理して積層する方法にしたがって行うことができる。また、エンボスロールを用いる方法等の加熱処理によって積層を行う場合には、抗菌性を有するシート状物として、熱融着繊維等を含むシート状物を利用すると低温での加工が可能であり、有利である。

【0029】また、本発明のエアフィルターを構成する積層シートは、1つのエレクトレット化フィルター層と、1つの抗菌性フィルター層のみを有するものでもよいし、複数のエレクトレット化フィルター層または複数の抗菌性フィルター層を有するものでもよい。例えば、エレクトレット化フィルター層／抗菌性フィルター層／エレクトレット化フィルター層／抗菌性フィルター層の4層を有する構造であってもよく、さらに、必要に応じて、エレクトレット化フィルター層と抗菌性フィルター層を組み合わせる構造であってもよい。また、本発明のエアフィルターは、これらのエレクトレット化フィルター層と抗菌性フィルター層以外に、必要に応じて他の層、例えば、脱臭層を有していてもよい。

【0030】本発明のフィルターにおいて、積層シートの厚さは、通常、0.2～95mm、好ましくは0.2～0.7mmである。

【0031】本発明のフィルターは、前記積層シートをハニカム状に成形してなるものを1枚または複数枚積層してなるものである。この積層シートをハニカム状に成形する方法は、特に制限はないが、例えば、シートを一定幅に裁断し、連続的に折り畳み、あるいは折り曲げ、積層シートの全面にひだを形成して厚さを形成するとともに、多数の連続空隙、すなわちハニカム状セルを有する構造を形成する方法がある。積層シート同士の接触部の接着は、接着剤や積層シート同士を融着することにより相互に固着できる。また、例えば、シートを一定幅に裁断し、幅方向と水平に、一定の間隔で接着剤を線状に塗布したものを、必要枚数重ね、最下面を固定した状態で最上面を重ね合わせ方向に引張り、加熱雰囲気下で固定し、ハニカム状セルを有する構造を形成する方法がある。

【0032】このハニカム状セルの形成方法の具体例として、例えば、図1(a)に示すように、エレクトレット化フィルター層1と抗菌性フィルター層2とを積層してなる積層シート3を連続的に折り曲げ、多数の山部4と谷部5を連続し

with thermal embossing and ultrasonic melt bonding etc, superposes the both sheets, melt adhesion it does mutual one part. method which with needle punch etc, connects fiber of mutual seat to mechanical. method which to spread resin of thermal melting property of powder on seat and the laminated layer do, heat treatment doing with hot roll, laminated layer it does, it is possible to do. In addition, when laminated layer is done with method or other heat treatment which uses the embossing roll, when sheet which includes hot melt adhesion fiber etc as sheet which possesses antibacterial, is utilized fabrication with low temperature is possible, is profitable.

[0029] In addition, as for laminated sheet which forms air filter of this invention, It is possible to be something which it possesses one electret filter layer, and only one antibacterial filter layer. It is possible to be something which it possesses electret filter layer of multiple, or antibacterial filter layer of multiple. for example, to be possible a structure which possesses 4 layers of electret filter layer / antibacterial filter layer / electret filter layer / antibacterial filter layer. Furthermore, it is possible to be a structure which becomes according to need, combining electret filter layer and antibacterial filter layer. In addition, air filter of this invention, other than these electret filter layer and antibacterial filter layer, has been allowed to have possessed other layer, for example, deodorizing layer according to need.

[0030] In filter of this invention, thickness of laminated sheet, usually, is the 0.2 to 95 mm, preferably 0.2 to 0.7 mm

[0031] Filter of this invention, is something which becomes by 1 or multiple laminated layer doing those which becomes aforementioned laminated sheet forming in honeycomb. as for method which forms this laminated sheet in honeycomb, there is no especially restriction. for example, There is a method which sheet is cut off in constant width. Folding, or you bend in continuous, form pleat in entire surface of the laminated sheet and form thickness, forms structure which possesses multiple continuous space, namely honeycomb cell. It can adhere glueing of contact portion of laminated sheet, mutually by melt adhesion doing adhesive and laminated sheet. In addition, for example, there is a method which sheet is cut off in constant width, the horizontal in transverse direction, with fixed interval adhesive those which coating are done, the necessary number of layers are repeated in linear, with state which locks bottommost surface, topmost surface is pulled in the stacking direction, locks under heated atmosphere, forms structure which possesses honeycomb cell.

[0032] As concrete example of formation method of this honeycomb cell, as shown in for example, Figure 1 (a), you bend laminated sheet 3 which becomes by laminated layer doing electret filter layer 1 and antibacterial filter layer 2, to

て有する第1シート6を作成する。この第1シート6を、エレクトレット化フィルター層1aと抗菌性フィルター層2aとを積層してなる積層シートからなる平坦な第2シート7に重ね合わせ、谷部5の底部8を第2シート7の表面に接合し、図1(b)に示すように、構成単位9を作成する。次に、このような構成単位9を必要枚数作成し、図1(c)に示すように、第1構成単位9<sub>1</sub>と第2の構成単位9<sub>2</sub>を積層し、第1の構成単位9<sub>1</sub>の山部4<sub>1</sub>の頂部10を第2の構成単位9<sub>2</sub>の下表面に接合し、さらに同様に第2の構成単位9<sub>2</sub>の上に第3の構成単位9<sub>3</sub>を積層して、第2の構成単位9<sub>2</sub>の山部の頂部を第3の構成単位9<sub>3</sub>の下表面に接合する。この積層および接合工程を繰り返して多数のハニカム状セルを有する構造体を形成する方法、あるいは第1シート6と第2シート7を積層した構成単位9を多数形成し、その構成単位9を必要枚数重ねて、多数のハニカム状セルを有する構造体を形成する方法を挙げることができる。

【0033】本発明のフィルターにおいて、ハニカムの厚さは、通常、2～20mmであり、ハニカムの単位セルの断面形状は図1に示す山型、あるいは三角形、台形、ループ形状等のいずれの形状であってもよく、また、通常、セルの高さは1～10mm、セルの底辺は2～10mmである。

【0034】

【実施例】以下、本発明の実施例および比較例により本発明をより具体的に説明する。

【0035】（実施例1）密度0.91g/cm<sup>3</sup>、MFR 1.6g/10分（ASTM D1238）であるポリプロピレンに、抗菌剤として銀-ゼオライト抗菌剤（カネボウ化成（株）製、商品名：バクテキラー）を10重量%含有する同一のポリプロピレンからなるマスターバッチを20重量%配合した原料を熱成形し、目付量70g/m<sup>2</sup>、厚さ0.3mmの網状体を製造した。得られた網状体は、網目を構成する繊維の太さが0.8mm、網目の目合いの大きさが5×5mmのものであった。

【0036】一方、密度0.91g/cm<sup>3</sup>、MFRが40g/10分（ASTM D1238）であるポリプロピレン97重量%と、無水マレイン酸変性ポリプロピレン（無水マレイン酸のグラフト量：2.7重量%、固有粘度：0.3dl/g）3重量%とを混合してなる原料からなるフィルムに

the continuous. it draws up first sheet 6 which it possesses continuing multiple ridge 4 and valley 5. This first sheet 6, it superposes to flat second sheet 7 which consists of laminated sheet which becomes by laminated layer doing electret filter layer 1a and antibacterial filter layer 2a. It glues bottom 8 of valley 5 to surface of second sheet 7. As shown in Figure 1 (b), constituting unit 9 is drawn up. Next, this kind of constituting unit 9 necessary number of layers is drawn up. As shown in Figure 1 (c), first constitution unit 9<sub>1</sub> and second constitution unit 9<sub>2</sub> laminated layer is done. It glues head 10 of ridge 4<sub>1</sub> of first constitution unit 9<sub>1</sub>, to bottom surface of the second constitution unit 9<sub>2</sub>. Furthermore laminated layer doing third constitution unit 9<sub>3</sub> in same way on second constitution unit 9<sub>2</sub>. It glues head of ridge of second constitution unit 9<sub>2</sub>, to bottom surface of the third constitution unit 9<sub>3</sub>. This laminated layer and bonding step over again, method which forms structure which possesses multiple honeycomb cell. Or constituting unit 9 which first sheet 6 and second sheet 7 laminated layer is done large number is formed, necessary number of layers repeating constituting unit 9, method which forms structure which possesses multiple honeycomb cell can be belted.

[0033] In filter of this invention, thickness of honeycomb, usually, is the 2 to 20 mm. cross section shape of unit cell of honeycomb may be peak form, or triangle, table shape, loop shape or other whichever shape which is shown in Figure 1. In addition, usually, height of cell 1 to 10 mm. base of cell is 2 to 10 mm.

[0034]

[Working Example(s)] Below, with Working Example and Comparative Example of this invention, this invention is explained concretely.

[0035] (Working Example 1) In polypropylene which is a density 0.91 g/cm<sup>3</sup>, MFR 1.6 g/10 min (ASTM D1238), as antibacterial agent, starting material which combines master batch 20 weight % which consists of same polypropylene which silver - zeolite antibacterial agent (Kanebo, Ltd. make and tradename: Bactekiller) the 10 weight % is contained, thermoforming it does. net of apparent weight 70 g/m<sup>2</sup>, thickness 0.3 mm was produced. as for net which is acquired, thickness of fiber which forms mesh 0.8 mm. grain of mesh it was and size was something of the 5x5 mm.

[0036] Direct current voltage imprinting is done in film which consists of starting material which becomes by mixing polypropylene 97 weight % which is a density 0.91 g/cm<sup>3</sup>, MFR 40 g/10 min (ASTM D1238), maleic anhydride-modified polypropylene (graft amount : 2.7 weight %, intrinsic

直流電圧を印加し、表面電荷密度が $1.9 \times 10^{-9}$ クーロン/ $\text{cm}^2$ のフィルムを得た。このフィルムを解繊し、繊維径 $30 \mu\text{m}$ 、繊維長 $60 \text{mm}$ 、および繊維断面の長辺/短辺の比 $2.0$ の解繊糸を得た。次に、解繊糸をカード機で成形し、目付量 $30 \text{g}/\text{m}^2$ のウェッブを製造した。このウェッブを、網状体と重ね合わせ、熱エンボスを用いて $130^\circ\text{C}$ で加熱加圧処理して積層シートを得た。

【0037】次に、この積層シートを、連続的に折り曲げ、多数の谷部と谷部を連続して有する第1シートを作成する。この第1シートを積層シートからなる平坦な第2シートに重ね合わせ、谷部の底部を第2シートの表面に接着して、多数のハニカム状セルを有する構造体を形成して、厚さ $5 \text{mm}$ 、幅 $50 \text{mm}$ 、長さ $300 \text{mm}$ 、セル高さ $2.7 \text{mm}$ 、およびセル底辺 $5 \text{mm}$ のハニカム状のエアフィルターを作成した。

【0038】(実施例2) ポリエステルからなるスパンボンド不織布(繊維度:  $6$  デニール、繊維径:  $50 \mu\text{m}$ 、目付量:  $45 \text{g}/\text{m}^2$ 、通気度:  $280 \text{cc}/\text{cm}^2/\text{sec}$ )を、表1に示す組成の含浸液に含浸した後、ニップロールにより圧搾した。その後、 $120^\circ\text{C}$ で $15$ 分間加熱処理し、抗菌剤が $5 \text{g}/\text{m}^2$ 付着した抗菌性フィルター材を得た。

表 1

重量%	
抗菌剤	2-(4-チアゾリル)-ベンゾイミダゾール (25% aq) 30
増粘剤	ビニルピロリドン 15
添着剤	酢酸ビニルエマルジョン (40% aq) 3
水	52
合計	100

【0039】一方、実施例1で用いたものと同じ原料からなる繊維径 $30 \mu\text{m}$ 、繊維長 $60 \text{mm}$ の解繊糸をカード機で成形し、目付 $30 \text{g}/\text{m}^2$ のウェッブを作成し、熱エンボスを用いて $130^\circ\text{C}$ で加熱加圧処理することにより不織布を製造した。

【0040】この不織布と上記の抗菌性フィルター材とを重

viscosity:  $0.3 \text{dl/g}$  of maleic anhydride)  $3 \text{wt}\%$  . film of surface charge density  $1.9 \times 10^{-9} \text{C}/\text{cm}^2$  was acquired. This film fiber splitting was done, split fiber yarn of Comparative Example 2.0 of long edge / short edge of the fiber diameter  $30 \mu\text{m}$ , fiber length  $60 \text{mm}$ , and fiber cross section was acquired. Next, split fiber yarn it formed with carding machine, produced web of the apparent weight  $30 \text{g}/\text{m}^2$ . It superposed this web, with net, heating and pressurizing treating with the  $130^\circ\text{C}$  making use of thermal embossing, it acquired laminated sheet.

[0037] Next, this laminated sheet, is bent to continuous, 1st sheet which it possesses multiple valley and valley are continued, is drawn up. This 1st sheet is superposed to flat 2nd sheet which consists of laminated sheet. Glueing bottom of valley to surface of 2nd sheet. Forming structure which possesses multiple honeycomb cell. air filter of honeycomb of thickness  $5 \text{mm}$ , width  $50 \text{mm}$ , length  $300 \text{mm}$ , cell height  $2.7 \text{mm}$ , and cell base  $5 \text{mm}$  was drawn up.

[0038] (Working Example 2) Spun bond nonwoven fabric ( fineness:  $6$  denier, fiber diameter:  $50 \mu\text{m}$ , apparent weight:  $45 \text{g}/\text{m}^2$ , air permeability:  $280 \text{cc}/\text{cm}^2/\text{sec}$ ) which consists of polyester, after impregnating in impregnation solution of composition which is shown in the Table 1, squeezing it did with nip roll. After that,  $15 \text{min}$  heat treatment it does with  $120^\circ\text{C}$ . antibacterial agent  $5 \text{g}/\text{m}^2$  acquired antibacterial filter which deposits.

Table 1

wt%

Antibacterial agent	2-(4-thiazolyl)-benzimidazole (25 % aq) 30
Thickener	vinyl pyrrolidone 15
Impregnation agent	vinyl acetate emulsion (40 % aq) 3
Water	52
Total	100

[0039] On one hand, split fiber yarn of the fiber diameter  $30 \mu\text{m}$ , fiber length  $60 \text{mm}$  which consists of same starting material as those which are used with Working Example 1, it forms with carding machine. web of weight  $30 \text{g}/\text{m}^2$  is drawn up. nonwoven fabric was produced by heating and pressurizing treating with  $130^\circ\text{C}$  making use of thermal embossing.

[0040] It superposed with this nonwoven fabric and above-ment

ね合わせ、超音波融着機を用いて、周波数25kHz、ホーン圧力2.8kg/cm<sup>2</sup>で積層して積層シートを製造した。得られた積層シートを用いて、実施例1と同様にして、ハニカム状のエアフィルターを製造した。

【0041】(実施例3) ポリプロピレンからなるスパンボンド不織布(織度:4デニール、繊維径:70μm、目付量:20g/m<sup>2</sup>、通気度:360cc/cm<sup>2</sup>/sec)に、表2に示す組成の混合液をスプレー塗布した後、120℃で15分間乾燥し、抗菌剤が2g/m<sup>2</sup>付着した抗菌性フィルター材を得た。この抗菌性フィルター材を、実施例1の網状体の代わりに使用して、積層シートを得た。得られた積層シートを用いて、実施例1と同様にして、ハニカム状のエアフィルターを製造した。

【0042】

表2	
重量%	
抗菌剤	ポリヘキサメチレンビグアニジン塩酸塩
	20
添着剤	ポリビニルアルコール
	2
水	78

【0043】(実施例4) ポリプロピレンからなるスパンボンド不織布(織度:4デニール、繊維径:70μm、目付量:20g/m<sup>2</sup>、通気度:360cc/cm<sup>2</sup>/sec)に、ポリプロピレンからなるメルトブローン法不織布をエレクトレット化してなるエレクトレット化不織布(繊維径:3μm、目付量:25g/m<sup>2</sup>、表面電荷密度3.3×10<sup>-9</sup>C/cm<sup>2</sup>、通気度:50cc/cm<sup>2</sup>/sec)を重ね、熱エンボスを用いて130℃で加熱・加圧成形して積層シートを得た。得られた積層シートを用いて、実施例1と同様にして、ハニカム状のエアフィルターを製造した。

【0044】(比較例1) 実施例1で得られた網状体を抗菌処理して成形した以外は、実施例1と同様にして積層シートを製造した。得られた積層シートを用いて、実施例1と同様にしてハニカム状のエアフィルターを製造した。

【0045】(比較例2) ポリエステルからなるスパンボンド不織布を抗菌剤で処理しないで使用する以外は、実施例2

ioned antibacterial filter, laminated with frequency 25 KHz, horn pressure 2.8 kg/cm<sup>2</sup> making use of ultrasonic melt bonding machine, it produced laminated sheet. air filter of honeycomb was produced making use of laminated sheet which is acquired, to similar to Working Example 1.

[0041] (Working Example 3) In spun bond nonwoven fabric (fineness: 4 denier, fiber diameter: 70 μm, apparent weight: 20 g/m<sup>2</sup>, air permeability: 360 cc/cm<sup>2</sup>/sec) which consists of polypropylene, spray painting after doing mixed solution of composition which is shown in the Table 2. 15 min it dried with 120 °C, antibacterial agent 2 g/m<sup>2</sup> acquired the antibacterial filter which deposits. Using this antibacterial filter, in place of net of Working Example 1, it acquired the laminated sheet. air filter of honeycomb was produced making use of laminated sheet which is acquired, to similar to Working Example 1.

[0042]

Table 2		weight%
Antibacterial agent	polyhexamethylene biguanidine hydrochloride	
	20	
Impregnation agent	poly vinyl alcohol	
	2	
Water		78

[0043] (Working Example 4) In spun bond nonwoven fabric (fineness: 4 denier, fiber diameter: 70 μm, apparent weight: 20 g/m<sup>2</sup>, air permeability: 360 cc/cm<sup>2</sup>/sec) which consists of polypropylene, electret formation doing melt blowing method nonwoven fabric which consists of polypropylene, you piled up the electret-converted nonwoven fabric (fiber diameter: 3 μm, apparent weight: 25 g/m<sup>2</sup>, surface charge density 3.3×10<sup>-9</sup> C/cm<sup>2</sup>; air permeability: 50 cc/cm<sup>2</sup>/sec). Heating & press molding doing with 130 °C making use of thermal embossing, it acquired laminated sheet. air filter of honeycomb was produced making use of laminated sheet which is acquired, to similar to Working Example 1.

[0044] (Comparative Example 1) Other than antibacterial treatment doing net which is acquired with Working Example 1, and forming, it produced laminated sheet to similar to Working Example 1. air filter of honeycomb was produced making use of laminated sheet which is acquired, to similar to Working Example 1.

[0045] (Comparative Example 2) Without treating spun bond nonwoven fabric which consists of polyester with antibacterial

と同様にして積層シートを製造し、得られた積層シートを用いて、実施例 1 と同様にしてハニカム状のエアフィルターを製造した。

【0046】（比較例 3）ポリプロピレンからなるスパンボンド不織布を、抗菌剤で処理しないで使用する以外は、実施例 3 と同様にして積層シートを製造し、得られた積層シートを用いて、実施例 1 と同様にしてハニカム状のエアフィルターを製造した。

【0047】（比較例 4）ポリプロピレンからなるスパンボンド不織布を使用せず、ポリプロピレンからなるメルトブローン法不織布をエレクトレット化してなるエレクトレット化不織布（繊維径：3 μm、目付量：25 g/m<sup>2</sup>、表面電荷密度 3.3 × 10<sup>-9</sup> クーロン/cm<sup>2</sup>、通気度：50 cc/cm<sup>2</sup>/sec）のみを、実施例 1 と同様にして、ハニカム状に成形してエアフィルターを製造した。

【0048】これらの実施例 1～4、および比較例 1～4 で得られたエアフィルターの捕集効率と抗菌性を、以下に記載する方法にしたがって測定した。捕集効率の比較結果は表 3 に、抗菌性の比較結果は表 4 に示した。

#### 【0049】捕集効率の測定

図 2 に概略を示す装置を用いて捕集効率を測定した。まず、エアロゾル発生機（日本科学工業社製）11 から NaCl 粒子（粒径：0.3 μm）をエアフィルター 12 を通じて清浄な空気を導入したチャンバー 13 内に供給した。英チャンバー 13 内の NaCl の濃度が一定（2～6 × 10<sup>3</sup> 個/cm<sup>3</sup>）になった後、吸引装置 14 により、チャンバー 13 の底部に配置したフィルター試料 15 を介して矢印 A の方向に吸引し、フィルター通過風速が一定速度（v = 10 cm/sec）となった時のフィルター試料 15 の上流 17 および 17 側における NaCl 粒子濃度 C<sub>in</sub> および C<sub>out</sub> をそれぞれパーティクルカウンター（リオン社製、KC-01B）18a、18b によって測定し、下記式によって捕集効率を求めた。19 は流速計、20 は流量調節バルブである。測定結果は、5 個の測定値の平均値で表示した。

$$\text{捕集効率 } E = (1 - C_{out} / C_{in}) \times 100 \quad (\%)$$

#### 【0050】抗菌性

実施例 1 および 2、ならびに比較例 1 および 2 については、

agent, other than using, it produces laminated sheet to similar to Working Example 2. air filter of honeycomb was produced making use of laminated sheet which is acquired, to similar to Working Example 1.

[0046] (Comparative Example 3) Without treating spun bond nonwoven fabric which consists of polypropylene, with the antibacterial agent, other than using, it produces laminated sheet to similar to the Working Example 3. air filter of honeycomb was produced making use of laminated sheet which is acquired, to similar to Working Example 1.

[0047] (Comparative Example 4) Spun bond nonwoven fabric which consists of polypropylene is not used. only electret-converted nonwoven fabric (fiber diameter : 3 μm, apparent weight : 25 g/m<sup>2</sup>, surface charge density 3.3 × 10<sup>-9</sup> C/cm<sup>2</sup>, air permeability : 50 cc/cm<sup>2</sup>/sec) which becomes by electret formation doing melt blowing method nonwoven fabric which consists of polypropylene, to similar to Working Example 1, forming in honeycomb, it produced air filter.

[0048] below following these Working Example 1 to 4, and trapping efficiency and antibacterial of the air filter which is acquired with Comparative Example 1 to 4, to method which is stated, it measured. comparative result of trapping efficiency in Table 3, showed comparative result of antibacterial in the Table 4.

#### [0049] Measurement of trapping efficiency

Trapping efficiency was measured making use of equipment which shows outline in Figure 2. First, from aerosol generator (Nihon Kagaku Kogyo Co., Ltd. supplied) 11, NaCl particle (particle diameter : 0.3 μm) was supplied inside the chamber 13 which introduces clean air via air filter 12. After concentration of NaCl inside quartz chamber 13 becomes fixed (2 to 6 × 10<sup>3</sup> /cm<sup>3</sup>). With suction equipment 14, through filter sample 15 which is arranged in bottom of the chamber 13, it absorbs in direction of arrow A. When filter-penetrating air speed becoming constant rate (v = 10 cm/sec), NaCl particle concentration C<sub>in</sub> and C<sub>out</sub> in upstream 17 and 17 side of filter sample 15, respectively, it measures due to particle counter (Rion supplied, KC-01B) 18a, 18b. trapping efficiency was sought with below Formula. As for 19 flowmeter, 20 it is a flow-regulating valve. 5 it indicated measurement result, with mean value of measured value.

$$\text{Trapping efficiency } E = (1 - C_{out} / C_{in}) \times 100 \quad (\%)$$

#### [0050] Antibacterial

Concerning Working Example 1 and 2, and Comparative Exam



JIS Z 2911の黴抵抗性試験に準じて測定した。また、実施例3および比較例3については、JIS Z 2911の黴抵抗性試験およびJIS L 1902の繊維製品の抗菌性試験に準じて測定した。

[0051]

ple 1 and 2, it measured according to mold resistance test of JIS Z2911. In addition, concerning Working Example 3 and Comparative Example 3, It measured according to mold resistance test of the JIS Z2911, and antibacterial test of fiber product of JIS L1902.

[0051]

表3

	試験風速 (cm/sec)	捕集効率 (%)
実施例1	1.0	15.0
実施例2	1.0	8.7
実施例3	1.0	10.9
実施例4	1.0	8.0
比較例1	1.0	14.9
比較例2	1.0	9.1
比較例3	1.0	10.7
比較例4	1.0	9.0

[0052]

[0052]

表 4

	供試菌①	供試菌②	供試菌③	供試菌④	供試菌⑤	供試菌⑥
実施例 1	3-1	3-6	3-2	/	/	/
実施例 2	3-2	3-7	3-4	/	/	/
実施例 3	3-1	3-6	3-2	—	—	—
実施例 4	3-2	3-7	3-4	—	—	—
比較例 1	1	1	1	/	/	/
比較例 2	1	1	1	/	/	/
比較例 3	1	1	1	+	+	+
比較例 4	1	1	1	+	+	+

注 供試菌① *Aspergillus niger* FERM S-1  
 供試菌② *Penicillium citrinum* FERM S-5  
 供試菌③ *Aureobasidium Pullulans* FERM S-9  
 供試菌④ *Escherichia coli* IFO 3301  
 供試菌⑤ *Staphylococcus aureus* ATCC 6538P  
 供試菌⑥ *Pseudomonas aeruginosa* IFO 13276

Note sample fungus (i) *Aspergillus niger* FERM S-1  
 (ii) *Penicillium citrinum* FERM S-5  
 (iii) *Aureobasidium Pullulans* FERM S-9  
 Test microbe (iv) *Escherichia coli* IFO 3301  
 (v) *Staphylococcus aureus* ATCC 6538P  
 (vi) *Pseudomonas aeruginosa* IFO 13276

[0053]

【発明の効果】本発明のエアフィルターは、抗菌性を有し、かつ集塵性に優れ、圧力損失が低いものである。そのため、本発明のエアフィルターは、低出力のファンを用いる家庭用の空気清浄機やエアコンの空気清浄フィルター、掃除機の排気フィルター等の用途に好適である。

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のエアフィルターの製造方法の工程を説明する概略断面図。

[0053]

[Effects of the Invention] Air filter of this invention, has anti bacterial, at same time it is superior in dust collecting property, it is something where pressure loss is low. Because of that, as for air filter of this invention, air cleaning filter of air cleaning machine, air conditioner for household which uses fan of low output, air removal filter of cleaner, or other application, it is ideal.

## [Brief Explanation of the Drawing(s)]

[Figure 1] Conceptual cross section diagram which explains step of manufacturing method of air filter of this invention.

【図 2】捕集効率の測定方法を説明する概略図。

【符号の説明】

- 1, 1 a エレクトレット化フィルター層
- 2, 2 a 抗菌性フィルター層
- 3 積層シート
- 4 山部
- 5 谷部
- 6 第 1 シート
- 7 第 2 シート
- 8 谷部 5 の底部
- 9, 9<sub>1</sub>, 9<sub>2</sub>, 9<sub>3</sub> 構成単位
- 11 エアロゾル発生機
- 12 エアフィルター
- 13 チャンバー
- 14 吸引装置
- 15 フィルター試料
- 16 フィルター試料 15 の上流
- 17 フィルター試料 15 の下流
- 18 a, 18 b パーティクルカウンター
- 19 流速計
- 20 流量調節バルブ

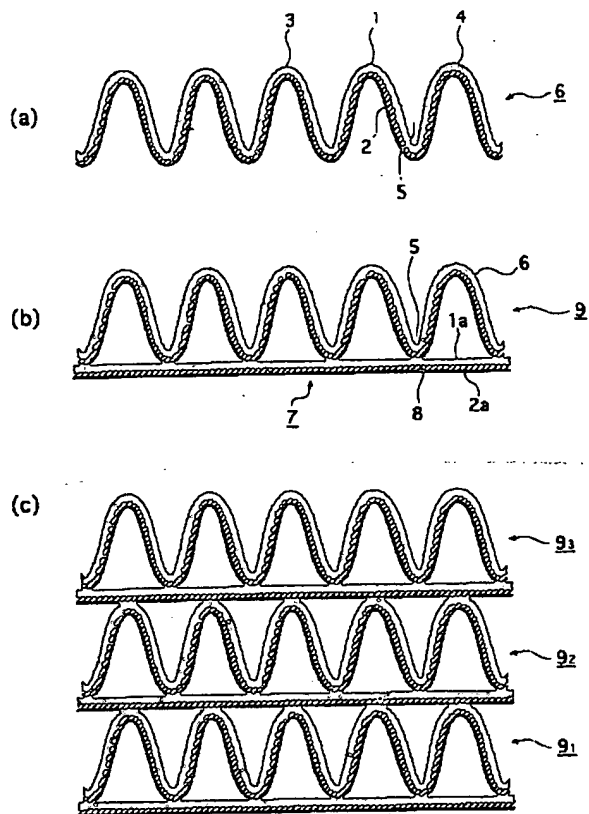
[Figure 2] Conceptual diagram which explains measurement method of trapping efficiency.

[Explanation of Reference Signs in Drawings]

- 1,1a electret filter layer
- 2,2a antibacterial filter layer
- 3 laminated sheet
- 4 ridge
- 5 valley
- 6 1st sheet
- 7 2nd sheet
- Bottom of 8 valley 5
- 9,9<sub>1</sub>,9<sub>2</sub>,9<sub>3</sub> constituting unit
- 11 aerosol generator
- 12 air filter
- 13 chamber
- 14 suction equipment
- 15 filter sample
- 16 Upstream of filter sample 15
- 17 Downstream of filter sample 15
- 18a,18b particle counter
- 19 flowmeter
- 20 flow-regulating valve

【図 1】

[Figure 1]



【図 2】

[Figure 2]

